

Apparatus, method and expedient materials for ultrasonic preparation of human and animal hard or soft tissues and of dental or bone replacement materials as well as object obtained thereby

Patent Number: ☐ US6139320

Publication date: 2000-10-31

Inventor(s): HAHN RAINER (DE)

Applicant(s):

Requested

Patent: ☐ DE4406323

Application

Number: US19960700543 19960828

Priority Number

(s): DE19944406323 19940227; WO1995EP00710 19950227

IPC

Classification: A61C1/07; A61C3/03; A61C3/08

EC Classification: A61B17/32U, A61C1/07, A61C5/02, A61C17/20, B06B3/00, G10K11/02, B29C65/08

Equivalents: AU1812195, AU684341, CA2184289, DE4447667, ☐ EP0746262 (WO9522938), A3, B1, ES2181767T, ☐ F1963315, JP9509344T, ☐ WO9522938

Abstract

PCT No. PCT/EP95/00710 Sec. 371 Date Aug. 28, 1996 Sec. 102(e) Date Aug. 28, 1996 PCT Filed Feb. 27, 1995 PCT Pub. No. WO95/22938 PCT Pub. Date Aug. 31, 1995 For ultrasonic preparation of hard or soft tissues or of tissue replacement material a apparatus is proposed comprising a hand piece (10), which includes an ultrasonic vibration generator (16), an ultrasonics deflecting head (28) as well as a tool (36) carried by the output member of the deflecting head. An abrasive treatment medium (48) is supplied to the working region defined between the tool (36) and the material (66) to be prepared. Thus even in places, which are difficult to access, cavities can be produced in dental or bone tissue in a gentle and precise manner.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 44 06 323 C 2

- 21 Aktenzeichen: P 44 06 323.7-22
22 Anmeldetag: 27. 2. 94
43 Offenlegungstag: 7. 9. 95
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 7. 97

51 Int. Cl.⁶:
B 06 B 3/00
B 01 J 19/10
A 61 C 3/03
B 23 B 37/00
B 26 F 3/00

DE 44 06 323 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Hahn, Rainer, Dr.med.dent., 72074 Tübingen, DE

74 Vertreter:
U. Ostertag und Kollegen, 70597 Stuttgart

62 Teil in: P 44 47 689.8
P 44 47 687.1
P 44 47 698.1

72 Erfinder:
gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 38 384 C1
DE 42 38 384 C1
DE-AS 21 00 449
DE 37 07 567 A1
DE-OS 29 23 711
DE-OS 20 15 698
DE-PA 4 94 811
GB 15 24 924
US-Z.: Ultrasonics, March 72, p. 77-82;

54 Ultraschall-Handstück zur abtragenden Behandlung von natürlichen Hartgeweben sowie Zahn- und Knochenersatzmaterialien

57 Ultraschall-Handstück zur abtragenden Behandlung von natürlichen Hartgeweben, wie Zahnschmelz, Zahnbein, Zahnzement, sowie Zahn- oder Knochenersatzmaterialien, mit einem länglichen Handstückgehäuse (1), mit einem im Handstückgehäuse (1) gelagerten Schwingungserzeuger (2-4), der parallel zur Handstückgehäuseachse gerichtete Ultraschallschwingungen bereitstellt, und mit einer an den Schwingungserzeuger (2-4) angekoppelten, parallel zu ihrer Längsachse oszillierenden Arbeitsspitze (9), welche einen zur Handstückgehäuseachse geneigten Endabschnitt aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die parallel zu ihrer Längsachse oszillierende Arbeitsspitze (9) und der Schwingungserzeuger (2-4) über ein geschlossenes Flüssigkeitssystem (8) und/ oder Gassystem in Schwingungen versetzt wird, welches in ein Umlenkgehäuse (5) durch als Membran oder Stempel ausgebildete bewegliche Wandabschnitte (7, 8) dicht eingeschlossen ist, wobei die Bewegungsrichtungen eines getriebenen (7) der Wandabschnitte (7, 8) und eines treibenden (8) der Wandabschnitte (7, 8) einen von Null verschiedenen Winkel einschließen.

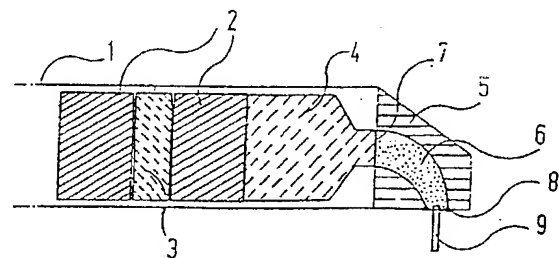


Fig. 1 *

DE 44 06 323 C 2

Die Erfindung betrifft ein Ultraschall-Handstück zur abtragenden Behandlung von natürlichen Hartgeweben sowie Zahn- und Knochenersatzmaterialien gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solches ist in der DE 37 07 567 A1, insbesondere Fig. 10 und zugehörigem Text, offenbart. Es hat eine abgewinkelte Arbeitsspitze, in welcher eine stehende Welle erzeugt wird. Die Länge eines Arbeitsspitzen-Hauptabschnittes ist gleich einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge des Ultraschalls gewählt, die Länge eines Arbeitsspitzen-Endabschnittes entspricht einem Viertel der Schallwellenlänge. Auf diese Weise liegt an einem zwischen diesen beiden Abschnitten liegenden Knick ein Schwingungsknoten, während man am freien Ende der Arbeitsspitze einen Schwingungsbauch hat.

Bei dem bekannten Ultraschall-Handstück hat man somit in unmittelbarer Nähe des freien Endes der Arbeitsspitze eine maximale Arbeitsamplitude.

Ein ähnliches Ultraschall-Handstück ist in der DE 43 38 384 C1 offenbart.

Durch die vorliegende Erfindung soll ein Ultraschall-Handstück gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so weitergebildet werden, daß über einen größeren Abschnitt der Arbeitsspitze eine abtragswirksame Arbeitsamplitude erhalten wird, wobei das Ultraschall-Handstück insgesamt einschließlich der Arbeitsspitze eine kürzere Baulänge aufweisen soll als bekannte Ultraschall-Handstücke, so daß das Handstück auch in schwer zugänglichen Bereichen, insbesondere zur intraoralen abtragenden Behandlung, von natürlichem Hartgewebe wirtschaftlich eingesetzt werden kann.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch ein Ultraschall-Handstück mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Bei dem lösungsgemäßen Ultraschall-Handstück erfolgt die Umlenkung der vom Schwingungserzeuger abgegebenen Schwingungsamplitude in eine zur Längsachse des Schwingungserzeugers geneigte Richtung unter Verwendung einer Umlenkeinheit, die ein durch bewegliche Wandabschnitte verschlossenes Gehäuse aufweist, in dessen Innerem ein Flüssigkeits- und/oder Gassystem eingeschlossen ist. Durch den treibenden Wandabschnitt dieser Umlenkeinheit wird die Arbeitsspitze als ganze parallel zu ihrer Längsachse hin- und herbewegt, so daß man über die Arbeitsspitze hinweg eine abtragswirksame Arbeitsamplitude hat.

Mit dem lösungsgemäßen Ultraschall-Handstück ist ein selektiver und schonender Materialabtrag möglich. So können z. B. kariös veränderte Zahnhartsubstanzen unter Schonung angrenzenden gesunden Gewebes abgetragen werden. Bei ihm ist eine präzise und schonende Entfernung von Hartgewebe möglich, ohne daß es Aussprengungen und Rißbildungen innerhalb der spröden anorganischen Gewebekomponenten bzw. Gewebe kommt, z. B. zu einem Abplatzen des Zahnschmelzmantels vom Zahnbein.

Das lösungsgemäße Gerät erlaubt auch einen Einsatz in schwer zugänglichen Bereichen, z. B. in dünnen langgestreckten Kavitäten, endodontischen Hohlräumen und Oberflächenabschnitten längs und zwischen den Zahnwurzeln. Die Gefahr einer Verletzung benachbarter Weichteile ist bei dem lösungsgemäßen Ultraschall-Handstück deutlich vermindert.

Beim lösungsgemäßen Ultraschall-Handstück, kann die Länge der Arbeitsspitze unter Einhaltung von Reso-

nanzbedingungen im Hinblick auf die Wellenlänge des Ultraschalls klein gewählt werden, und man hat insgesamt eine kurze Baulänge in Längsachse des Handstückes, was die Anwendung in schwer zugänglichen Bereichen behindert. Insbesondere ist eine Bearbeitung von Seitenzähnen trotz der physiologisch begrenzten Mundöffnung von etwa 40–50 mm mit ihm einfach zu realisieren.

Da bei dem lösungsgemäßen Ultraschall-Handstück die Arbeitsspitze nicht in sich schwingt, vielmehr als ganze durch den von der Umlenkeinheit aus der Gerätelängsachse in eine hierzu geneigte Achse umgelenkten Schall bewegt wird, da ferner derartige Umlenkeinheiten in wesentlich geringerer Bauhöhe gefertigt werden können als der Schwingungserzeuger selbst, läßt sich das lösungsgemäße Ultraschall-Handstück sowohl in Längsrichtung des Handstückes als auch in hierzu transversaler Richtung klein bauen und damit auch unter beengten Verhältnissen gut einsetzen.

Die geometrische Form der Umlenkeinheit ist anwendungsspezifisch gewählt und bestimmt zusammen mit den für sie verwendeten Materialien deren Eigenfrequenz sowie die Richtung der in der Arbeitsspitze induzierten Schwingungsform.

Der getriebene Wandabschnitt der Umlenkeinheit bewegt sich vorzugsweise ohne Phasenverschiebung in Längsrichtung des Schwingungserzeugers, der treibende Wandabschnitt der Umlenkeinheit bewegt sich vorzugsweise in einer Achsrichtung, welche einen Winkel 60° – 120° zur Längsachse des Schwingungserzeugers einschließt. Die Phasenverschiebung des treibenden Wandabschnittes beträgt bei einem eingeschlossenen Winkel zwischen der Bewegungsrichtung des treibenden Wandabschnittes und der Längsachse des Schwingungserzeugers von 90° etwa 180° (Antiphasse). Die Arbeitsspitze ist an dem treibenden Wandabschnitt angebracht und schließt somit mit der Achse des Schwingungserzeugers einen Winkel von 60° – 120° vorzugsweise von 90° ein. Form, Länge und Masse der Arbeitsspitze sind so ausgebildet, daß sie in Resonanz mit der Umlenkeinheit bzw. dem Schwingungserreger bewegt wird.

Das in der Umlenkeinheit eingeschlossene Flüssigkeitssystem bzw. unter hohem Druck stehende Gassystem bzw. die Kombination dieser beiden Systeme sind vorzugsweise so ausgebildet, daß das Flüssigkeits- und/oder Gasvolumen durch Erregung parallel zur Längsachse des Schwingungserzeugers in Oszillation, insbesondere Resonanzoszillation mit diesem versetzt wird. Die so erzeugte Oszillation des Flüssigkeits- bzw. Gasvolumens kann dann, insbesondere durch Längen-, Form- und Gewichtsabgleich auf eine in Resonanzfrequenz abgestimmte Arbeitsspitze vorzugsweise ohne Einführung einer Phasenverschiebung übertragen werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

Besonders geeignet sind Umlenkeinheiten, bei welchen das Flüssigkeits- und/oder Gasvolumen zwischen Wandabschnitten eingeschlossen ist, welche durch dichte Membranen oder bewegliche Stempel gebildet sind, die dicht an einer Eintritts- bzw. Austrittsöffnung eines geschlossenen Gehäuses angebracht sind. Das Gehäuse ist anwendungsspezifisch ausgebildet, wobei die Gehäusewände durch die Oszillation der Flüssigkeitssäule nicht in Schwingung, insbesondere Resonanzschwingung versetzt werden.

Besonders bewährt haben sich unter Ultraschallein-

wirkung im flüssigen Zustand vorliegende Medien, insbesondere niedervisköse Flüssigkeiten, wie z. B. wäßrige oder alkoholische Lösungen, Polymere, Quecksilber, niederschmelzende Nickellegierungen oder hochkomprimierte Gasvolumina, insbesondere Edeigasvolumina von bevorzugt mehr als zehn bar Druck, nochmals bevorzugt von mehr als 50 bar Druck.

Für intraorale Anwendungen haben sich geschlossene, nicht rostende Metallgehäuse mit Flüssigkeits-Füllmengen von etwa 0,1 ml–30 ml, insbesondere 0,5 ml–5 ml bewährt, die durch je eine elastische Membran, insbesondere Metallmembran, bevorzugt aus oberflächengehärtetem Federstahl dicht abgeschlossen sind. Die beiden elastischen Membranen kommunizieren über das Füllvolumen der Flüssigkeit und/oder des Gases.

Zur Verbindung der Membranen mit dem Schwingungserzeuger bzw. der Arbeitsspitze sind verschiedene Verbindungs- bzw. Fügetechniken verwendbar, wobei die Membranen auf der dem Füllvolumen gegenüberliegenden Stirnfläche gegebenenfalls einen Flansch aufweisen. Es hat sich ferner bewährt, jeweils den Mittelpunkt der Membranen mit dem Schwingungserzeuger bzw. der Arbeitsspitze zu verbinden. Es versteht sich, daß die Stirnfläche des Schwingungserzeugers und/oder der Arbeitsspitze wenigstens teilweise auch als Membran genutzt werden kann.

Besonders haben sich Membranen bewährt, die jeweils senkrecht zur Längsachse des Schwingungserzeugers bzw. der Arbeitsspitze angeordnet sind. Zur Verbesserung des Schwingungsverhältnisses der Umlenkeinheit haben sich ferner Membranen bewährt, deren Dicke vom am Gehäuse der Umlenkeinheit festgelegten Rand nach innen kontinuierlich abnimmt. Zur Vereinfachung der Resonanzabstimmung werden gleiche Membranen für die Eintrittsöffnung und die Austrittsöffnung des Gehäuses der Umlenkeinheit verwendet.

Zur optimalen Oszillation der kommunizierenden Membranen bzw. der Flüssigkeitssäule sollte der Membrandurchmesser jeweils geringfügig größer als der Querschnitt der jeweils angekoppelten Stirnflächen von Schwingungserzeuger bzw. Arbeitsspitze sein, wobei das Durchmesser Verhältnis zwischen der Membran an der Eintrittsöffnung und der Membran an der Austrittsöffnung einen direkten Einfluß auf das Amplitudenverhältnis von in die Umlenkeinheit eintretendem Ultraschall zu von der Umlenkeinheit abgegebenen Ultraschall hat. Insbesondere hat sich zur Amplitudenverstärkung der Arbeitsspitze ein Durchmesser Verhältnis von Eintrittsmembran und Austrittsmembran von etwa 2 : 1, insbesondere etwa 1,5 : 1 bewährt.

Derartige Umlenkeinheiten können auf verhältnismäßig kleinem Raum realisiert werden und sind leicht zu reinigen bzw. zu sterilisieren. Darüber hinaus ist das elastisch zu verformende Gesamtvolumen an Metall ausschließlich auf die beiden Membranen beschränkt, was die Wärmeentwicklung reduziert und den Wirkungsgrad im Vergleich zu Festkörper-Umlenkeinheiten verbessert.

Es versteht sich, daß die Umlenkeinheit auch aus verschiedenen kommunizierenden Flüssigkeits- und Gasvolumen oder aus einer Kombination von Festkörper-Resonanzkörpern mit geschlossenem Flüssigkeits- oder Gasvolumina bestehen kann. Insbesondere können derartige Umlenkeinheiten aus Hartschicht-, z. B. metallisch, insbesondere hartmetallbeschichteten, niederschmelzenden Legierungen, z. B. niederschmelzenden Nickellegierungen bestehen, die bei Raumtemperatur

zunächst fest sind und während der Ultraschalleinwirkung ihren Phasenzustand im Sinne einer Verflüssigung wenigstens teilweise ändern und somit zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades eines "festen" Resonanzkörpers führen.

Als Arbeitsspitzen eignen sich insbesondere metallische Werkzeuge, wie z. B. zylinderförmige, röhrenförmige, flammenförmige, kugelförmige, knospenförmige oder kegelförmige Instrumente, wie sie z. B. auch in der Zahnheilkunde gebräuchlich sind, jedoch bevorzugt ohne oberflächengebundenes Korn. Eine Kavitätenpräparation erfolgt unter wenigstens teilweiser Einsenkung der Arbeitsspitze und/oder durch Relativbewegung zwischen der Arbeitsspitze und der zu bearbeitenden Oberfläche. Es können auch definierte Formwerkzeuge verwendet werden, die wenigstens teilweise parallel zur Werkzeuglängsachse in die zu bearbeitende Oberfläche eingesenkt werden.

Zur Energieankopplung an die zu bearbeitenden Oberflächen wird die oszillierende Arbeitsspitze kontinuierlich mit einer Flüssigkeit, z. B. Wasser oder wäßrigen Lösungen chemischer Wirksubstanzen umspült, so daß sich zwischen der Arbeitsspitze und der zu bearbeitenden Oberfläche ein geschlossener Flüssigkeitsfilm ausbildet.

Die schnelle Auf- und Abwärtsbewegung der oszillierenden Arbeitsspitze führt in der unmittelbaren Umgebung der Arbeitsspitze, insbesondere der Stirnfläche der Arbeitsspitze zu Kavitationseffekten sowie zur Implosion von Kavitationsblasen im flüssigkeitsgefüllten Arbeitsspeicher, die in einer spanabhebenden Oberflächenumformung nichtmetallischer Materialien im Sinne eines Erosionsprozesses resultieren. Andererseits ermöglicht die oszillierende mikrospanabhebende Bearbeitung von Zahnhartsubstanzen eine weitgehend schmerzfreie Behandlung unter Vermeidung einer Anästhesie.

Der Spanabtrag wird mit zunehmendem Arbeitsabstand geringer und kommt mit Abreißen des Flüssigkeitsfilmes zum Stillstand; ein zu geringer Arbeitsabstand bei zu hohem Anpressdruck der oszillierenden Arbeitsspitze an die zu bearbeitenden Oberflächen wirkt der Ausbildung von Kavitationseffekten entgegen und führt zum Prozeßstillstand.

Andererseits kann durch unterschiedliche manuelle Anpressdrücke der Arbeitsspitze gegen die zu bearbeitende Oberfläche der Arbeitsabstand und damit die Energieankopplung variiert werden, was erstmals die Möglichkeit eröffnet, unter Verzicht auf einen Werkzeugwechsel bzw. ohne Änderung am Ultraschall-Handstück abtragend bearbeitete Oberflächen zu finieren sowie zu polieren.

Darüber hinaus hat es sich bewährt, der Flüssigkeit zur Steigerung der Abtragsleistung feine abrasive Hartkörner, wie z. B. Metalloxidpartikel, insbesondere Aluminiumoxidpartikel, Magnesiumoxidpartikel, Siliziumnitritpartikel, Borkarbidpartikel oder Glaspertikel bzw. feine Diamantkörnerchen beizumengen, wobei die Korngröße der Partikel insbesondere für eine optimale Beschleunigung im Arbeitsspalt und eine daraus resultierende optimale Abtragsleistung etwa in der Größenordnung der doppelten Maximalamplitude der Arbeitsspitze liegen sollten. Es hat sich bewährt, Abrasivsuspensionen zu verwenden, welche auf ein Volumenteil Abrasivkörner 3 bis 50, vorzugsweise 5 bis 20 und nochmals besonders bevorzugt 10 Volumenteile Flüssigkeit aufweisen. Dabei werden die Körner, z. B. durch kontinuierliches Rühren oder durch Gasdurchflutung der Sus-

pension, z. B. in einem auswechselbaren Vorratsbehälter, in Schwebelage gehalten.

Wie gefunden wurde, können die bei der Präparation von Zahnbein eröffneten Dentinkanälchen durch zusätzliche Beimengen von Feinkornteilchen in die Suspension während des Abtragsprozesses im Sinne eines Wundverbandes versiegelt werden. Insbesondere hat sich die Zugabe von blockförmigen Metalloxidfeinpartikeln, insbesondere Aluminiumfeinpartikeln mit einem mittleren Durchmesser von weniger als 3 µm, insbesondere von etwa 1 µm bewährt. Bewährte Mischungsverhältnisse liegen bei einem Volumenanteil Feinkornteilchen auf 2 bis 20, vorzugsweise etwa 10 Volumenanteile Abrasivpartikel.

Die Zuleitung der Abrasiv-Feinkornteilchen-Wassersuspension erfolgt z. B. über Düsen an der Arbeitsspitze, insbesondere über eine die Arbeitsspitze kreisförmig umgebende Ringdüse, oder auch durch röhrenförmige Arbeitsspitzen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel eines lösungsgemäßen Ultraschall-Handstückes wiedergegeben. Im einzelnen zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch ein Ultraschall-Handstück mit Umlenkeinheit und Arbeitsspitze; und

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der Umlenkeinheit des in Fig. 1 gezeigten Handstückes.

Die Zuordnung von Bezugszeichen und Komponenten ist wie folgt:

Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse des Handstückes
- 2 koaxiale rotationssymmetrische Endmassen
- 3 Schwingungserzeuger (z. B. piezoelektrischer Schwingungserzeuger)
- 4 Schwingungsverstärker (Sonotrode)
- 5 Gehäuse der Umlenkeinheit
- 6 Flüssigkeits- bzw. Gasvolumen
- 7 Eintrittsmembran
- 8 Austrittsmembran
- 9 Arbeitsspitze
- 10 Amplitude des eintretenden Ultraschalls
- 11 Amplitude des austretenden Ultraschalls

Patentansprüche

1. Ultraschall-Handstück zur abtragenden Behandlung von natürlichen Hartgeweben, wie Zahnschmelz, Zahnbein, Zahnzement, sowie Zahn- oder Knochenersatzmaterialien, mit einem länglichen Handstückgehäuse (1), mit einem im Handstückgehäuse (1) gelagerten Schwingungserzeuger (2-4), der parallel zur Handstückgehäuseachse gerichtete Ultraschallschwingungen bereitstellt, und mit einer an den Schwingungserzeuger (2-4) angekoppelten, parallel zu ihrer Längsachse oszillierenden Arbeitsspitze (9), welche einen zur Handstückgehäuseachse geneigten Endabschnitt aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die parallel zu ihrer Längsachse oszillierende Arbeitsspitze (9) und der Schwingungserzeuger (2-4) über ein geschlossenes Flüssigkeitssystem (6) und/oder Gassystem in Schwingungen versetzt wird, welches in ein Umlenkgehäuse (5) durch als Membran oder Stempel ausgebildete bewegliche Wandabschnitte (7, 8) dicht eingeschlossen ist, wobei die Bewegungsrichtungen eines getriebenen (7) der Wandabschnitte

(7, 8) und eines gleitenden (8) der Wandabschnitte (7, 8) einen von Null verschiedenen Winkel einschließen.

2. Handstück nach Anspruch 1 mit zwei das Flüssigkeits- und/oder Gassystem dicht einschließenden Membranen (7, 8), dadurch gekennzeichnet, daß die Membranen (7, 8) oder die Stempel jeweils senkrecht zur Längsachse des Schwingungserregers (2-4) und/oder der Arbeitsspitze angeordnet sind.

3. Handstück nach Anspruch 2 mit vorzugsweise aus Metallegierungen bestehenden Membranen (7, 8), dadurch gekennzeichnet, daß sich die Dicke der Membranen (7, 8) vom mit dem Umlenkgehäuse (5) verbundenen Rand zum Zentrum verjüngt.

4. Handstück nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das geschlossene Flüssigkeitssystem eine niedervisköse Flüssigkeit, wie wässrige oder alkoholische Lösungen oder Quecksilber, aufweist.

5. Handstück nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsachse des Schwingungserregers (1-3) mit der Längsachse der Arbeitsspitze (9) einen Winkel von 60° bis 120°, vorzugsweise 90° bildet.

6. Handstück nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gesamtsystem aus dem Schwingungserreger (2-4), dem Flüssigkeits- und/oder Gassystem (6) und der Arbeitsspitze (9) in Resonanzfrequenz oszilliert.

7. Handstück nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsspitze von in einer Flüssigkeit suspendierten Schleifkörnern, insbesondere Feinkornteilchen mit einem mittleren Teilchendurchmesser von weniger als 5 µm, vorzugsweise um 1 µm, umspült wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

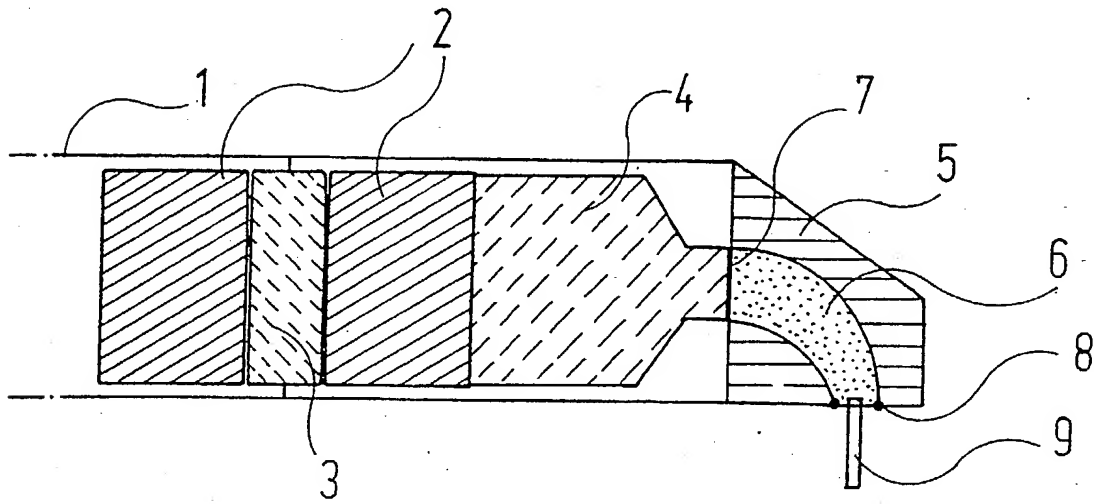


Fig. 1

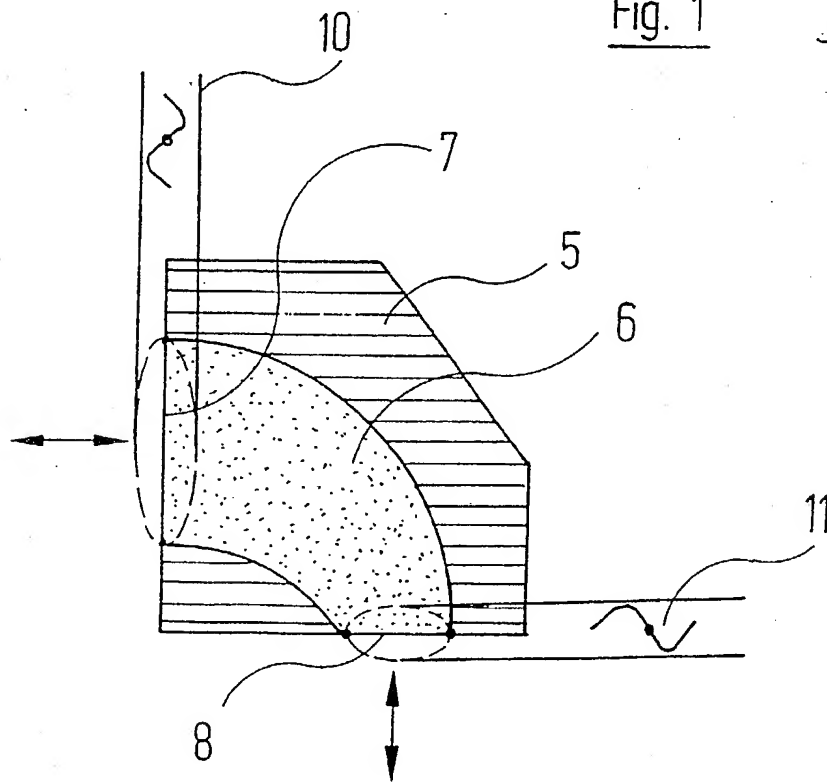


Fig. 2